



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ ⑩ DE 198 54 544 A 1

⑮ Int. Cl.⁷:
F 01 P 3/20

DE 198 54 544 A 1

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 198 54 544.4
⑯ ⑯ Anmeldetag: 26. 11. 1998
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 8. 6. 2000

⑯ ⑯ Anmelder:
MTU Motoren- und Turbinen-Union
Friedrichshafen GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

⑯ ⑯ Erfinder:
Fitz, Gerhard, Dipl.-Ing., 88097 Eriskirch, DE

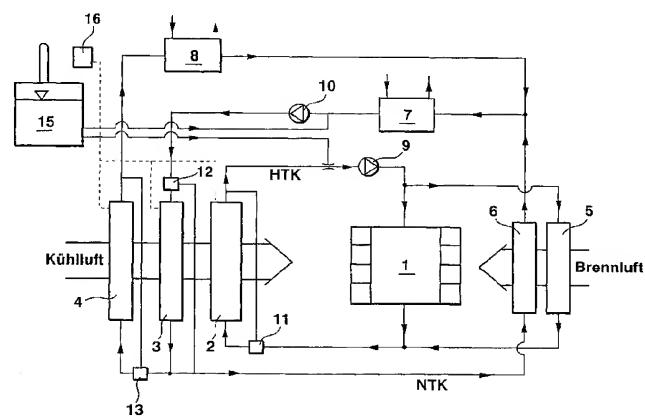
⑯ ⑯ Entgegenhaltungen:
DE 41 14 704 C1
DE 296 22 811 U1
DE 91 10 034 U1
AT 3 04 188

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Kühlsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine

⑯ Es wird ein Kühlungssystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine (1) beschrieben mit einem Hochtemperaturkreislauf (HTK), der in einem Hauptzweig die Brennkraftmaschine (1) und einen Hochtemperaturrückkühler (2) sowie in einem Nebenzweig einen Hochtemperaturladeluftkühler (5) umfaßt, und mit einem Niedertemperaturkreislauf (NTK), der einen Niedertemperaturrückkühler (3) und einen dazu in Reihe geschalteten, von der aus dem Hochtemperaturladeluftkühler (5) austretenden Ladeluft zu deren weiteren Abkühlung durchströmten Niedertemperaturladeluftkühler (6) und einen Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (7) sowie einen Wärmetauscher (8) zum Kühlen von Elektronikkomponenten enthält, wobei der Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) auf einem niedrigeren Temperaturniveau als der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (7) betrieben wird. Erfindungsgemäß ist der Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) in einem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) angeordnet, der einen zweiten Niedertemperaturrückkühler (4) enthält, mit welchem das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) strömende Kühlmedium vor der Zuführung zum Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) weiter abgekühlt wird.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein KühlSystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aufgeladene Brennkraftmaschinen hoher Leistung stellen besondere Anforderungen an ihr KühlSysteme. Die Fähigkeit, die auftretenden Mengen an Abwärme abzuführen, ist insbesondere von Bedeutung bei Brennkraftmaschinen, die für den Antrieb von gepanzerten Kettenfahrzeugen vorgesehen sind. Die bei solchen Fahrzeugen vorgesehene Nutzleistung liegt typischerweise im Bereich von 1000 kW oder darüber, wobei die insgesamt abzuführende Abwärme für die Brennkraftmaschine selbst und ihre Nebenaggregate im Bereich von 600 bis 800 kW oder darüber liegt.

Es ist ein KühlSystem für eine von der Anmelderin hergestellte Brennkraftmaschine zum Antrieb eines gepanzerten Kettenfahrzeugs bekannt, das einen Hochtemperaturkreislauf aufweist, welcher in einem Hauptzweig die Brennkraftmaschine und einen Hochtemperaturrückkühler sowie in einem Nebenzweig einen Hochtemperaturladeluftkühler umfaßt. Ein Niedertemperaturkreislauf des KühlSystems enthält einen Niedertemperaturrückkühler und einen dazu in Reihe geschalteten, von der aus dem Hochtemperaturladeluftkühler austretenden Ladeluft zu deren weiteren Abkühlung durchströmten Niedertemperaturladeluftkühler und einen Motoröl/Getriebeölwärmetauscher, sowie einen Wärmetauscher zum Kühlen von Elektronikkomponenten. Der Elektronikkomponentenwärmetauscher wird auf einem niedrigeren Temperaturniveau als der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher betrieben.

Bei einem derartigen KühlSystem besteht eine Problematik darin, daß zwar einerseits die Kühlung des Motor- bzw. Getriebeöls auf einem relativ hohen Temperaturniveau im Bereich von bis zu 130 und 140°C erfolgen kann, im Gegensatz dazu für einen Elektronikkomponentenwärmetauscher primärseitig durchströmendes Kühlöl zum Kühlen der Elektronikkomponenten Temperaturen von maximal ca. 100°C zulässig sind. Wenn nun gleichzeitig hohe Ansprüche an die Kühlung der Brennkraftmaschine zu deren Betrieb zuführende Ladeluft gestellt werden, d. h. diese zum Erreichen eines hohen Füllungsgrades der Brennkraftmaschine auf eine Temperatur abgekühlt werden soll, welche ebenfalls 100°C nicht wesentlich überschreitet, ist dies bei einem herkömmlichen Zweikreis-KühlSystem der oben beschriebenen Art nicht zu erreichen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes KühlSystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein KühlSystem mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen KühlSystems sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch die vorliegende Erfindung wird ein KühlSystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine geschaffen, enthaltend einen Hochtemperaturkreislauf, der in einem Hauptzweig die Brennkraftmaschine und einen Hochtemperaturrückkühler sowie in einem Nebenzweig einen Hochtemperaturladeluftkühler umfaßt. In einem Niedertemperaturkreislauf des KühlSystems ist ein Niedertemperaturrückkühler und ein dazu in Reihe geschalteter, von der aus dem Hochtemperaturladeluftkühler austretenden Ladeluft zu deren weiteren Abkühlung durchströmter Niedertemperaturladeluftkühler und ein Motoröl/Getriebeölwärmetauscher sowie ein Wärmetauscher zum Kühlen von Elektronikkomponenten enthalten. Dabei wird der Elektronikkomponentenwärmetauscher auf einem niedrigeren Temperaturniveau als der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher betrieben. Erfin-

dungsgemäß ist es vorgesehen, daß der Elektronikkomponentenwärmetauscher in einem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs angeordnet ist, der einen zweiten Niedertemperaturrückkühler enthält, mit welchem das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs strömende Kühlmittel vor der Zuführung zum Elektronikkomponentenwärmetauscher weiter abgekühlt wird.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen KühlSystems ist es, daß einerseits die im Motoröl/Getriebeölwärmetauscher auftretende Abwärme auf einem relativ hohen Temperaturniveau abgeführt werden kann, während andererseits gleichzeitig eine Kühlung der Elektronikkomponenten und der Ladeluft auf einem niedrigen Temperaturniveau gewährleistet ist. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen KühlSystems besteht darin, daß es verhältnismäßig einfach aufgebaut ist. Schließlich besteht ein wesentlicher Vorteil darin, daß an den jeweiligen Wärmetauschern mit den größtmöglichen Temperaturgradienten gearbeitet werden kann, so daß die erforderlichen Wärmetauscherflächen und Kühlluftleistungen so gering wie möglich sind.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs benötigte Kühlmittel von dem ersten Niedertemperaturkühler verlassenden Kühlmittelstrom abgezweigt.

Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs strömende Kühlmittel nach Verlassen des Elektronikkomponentenwärmetauschers dem Niedertemperaturkreislauf stromabwärts des Niedertemperaturladeluftkühlers zuströmt.

Vorzugsweise ist der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher im Niedertemperaturkreislauf dem Niedertemperaturladeluftkühler nachgeschaltet angeordnet.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen KühlSystems ist es vorgesehen, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs strömende Kühlmittel nach Verlassen des Elektronikkomponentenwärmatauschers dem Niedertemperaturkreislauf zwischen dem Niedertemperaturladeluftkühler und dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher zuströmt.

Vorzugsweise ist der im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs enthaltene zweite Niedertemperaturückkühler kühlluftseitig dem im Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs enthaltenen ersten Niedertemperaturückkühler vorgeschaltet.

Dies ist vorzugsweise dadurch weitergebildet, daß der im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs enthaltene zweite Niedertemperaturückkühler, der im Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs enthaltene erste Niedertemperaturückkühler und der im Hauptzweig des Hochtemperaturkreislaufs enthaltene Hochtemperaturückkühler kühlluftseitig der Reihe nach und in der genannten Reihenfolge hintereinander geschaltet sind.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, daß ein den Elektronikkomponentenwärmetauscher primärseitig durchströmendes, zum Kühlen der Elektronikkomponenten dienendes Kühlöl eine Maximaltemperatur zwischen 90 und 110°C, vorzugsweise von ca. 100°C hat.

Hierbei ist es von Vorteil, wenn das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs strömende, dem Elektronikkomponentenwärmetauscher zuzuführende Kühlmittel in dem zweiten Niedertemperaturückkühler auf ca. 70 bis 80°C, vorzugsweise auf ca. 75°C gekühlt wird.

Weiterhin ist es von Vorteil, das KühlSystem so auszulegen, daß das den Motoröl/Getriebeölwärmetauscher primärseitig durchströmende Motor- bzw. Getriebeöl eine Maximaltemperatur zwischen 120 bis 140°C, vorzugsweise von ca. 130°C hat.

Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, daß die der Brenn-

kraftmaschine zuzuführende Ladeluft im Niedertemperaturladeluftkühler auf zwischen 90 bis 110°C, vorzugsweise auf ca. 100°C gekühlt wird.

Bei den Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kühlsystems, bei denen das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs strömende Kühlmittel nach Verlassen des Elektronikkomponentenwärmetauscher dem Niedertemperaturkreislauf zwischen dem Niedertemperaturladeluftkühler und dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher zugeführt wird, ist es weiterhin von Vorteil, wenn das den Elektronikkomponentenwärmetauscher verlassende Kühlmittel beim Zuströmen in den Niedertemperaturkreislauf etwa die gleiche Temperatur wie das den Niedertemperaturladeluftkühler verlassende Kühlmittel oder eine geringere Temperatur als dieses hat.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, daß das dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher zuströmende Kühlmittel im Niedertemperaturkreislauf eine Temperatur von zwischen 80 und 100°C, vorzugsweise von ca. 90°C aufweist.

Eine bevorzugte Anwendung des erfindungsgemäßen Kühlsystems liegt bei Brennkraftmaschinen, die zum Antrieb von gepanzerten Kettenfahrzeugen vorgesehen ist.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung eines Kühlsystems für eine aufgeladene Brennkraftmaschine gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung eines Kühlsystems für eine aufgeladene Brennkraftmaschine, wie sie dem Stand der Technik zugehört.

Zunächst sei anhand von **Fig. 2** ein Kühlsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine nach dem Stand der Technik beschrieben.

Das Bezugszeichen **1** bezeichnet eine aufgeladene Brennkraftmaschine hoher Leistung, etwa im Bereich von 1000 kW, wie sie zum Antrieb von Hochleistungsfahrzeugen, etwa eines gepanzerten Kettenfahrzeugs dient. Das Kühlsystem für die Brennkraftmaschine **1** enthält in einem Hochtemperaturkreislauf HTK die Brennkraftmaschine **1** und einen Hochtemperaturrückkühler **2**, welcher in erster Linie dazu dient, die Brennkraftmaschine **1** selbst zu kühlen, sowie in einem Nebenzweig einen Niedertemperaturladeluftkühler **5**, welcher in einer ersten Stufe der Kühlung der von einem in der Figur nicht eigens dargestellten Lader gelieferten Ladeluft für den Betrieb der Brennkraftmaschine **1** dient. Eine Kühlmittelpumpe **9** dient zur Förderung des Kühlmittels im Hochtemperaturkreislauf HTK. Weiterhin ist in dem Hochtemperaturkreislauf HTK ein Thermostat **11** zur Temperaturregelung vorgesehen.

Weiterhin enthält das Kühlsystem einen Niedertemperaturkreislauf NTK, der einen Niedertemperaturrückkühler **3** und einen dazu in Reihe geschalteten Niedertemperaturladeluftkühler **6** enthält, welcher von der aus dem Hochtemperaturladeluftkühler **5** austretenden Ladeluft zu deren weiterer Abkühlung vor der Zuführung zur Brennkraftmaschine **1** durchströmt wird. Außerdem ist in dem Niedertemperaturkreislauf NTK ein Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** und ein Wärmetauscher **8** zum Kühlen von Elektronikkomponenten enthalten. Der Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** ist dem Niedertemperaturladeluftkühler **6** in Strömungsrichtung des Kühlmittels nachgeschaltet und diesem wiederum ist der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** nachgeschaltet. Somit wird der Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** auf einem niedrigeren Temperaturniveau als der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** betrieben. Weiterhin ist in dem Niedertemperaturkreislauf NTK eine Kühlmittelpumpe **10** vorgesehen, welche zur Förderung des Kühlmit-

tels dient. Die Temperatur im Niedertemperaturkreislauf NTK wird mittels eines Thermostaten **12** geregelt.

Schließlich umfaßt das Kühlsystem einen Kühlmittelausgleichsbehälter **15**, welcher sowohl mit dem Hochtemperaturkreislauf HTK als auch dem Niedertemperaturkreislauf NTK kommuniziert. Kühlmittelausgleichsbehälter **15** sowie die Rückkühler **2**, **3**, **4** sind mit einem Anschluß **16** zur Entlüftung verbunden.

Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist der Niedertemperaturrückkühler **3** des Niedertemperaturkreislaufs NTK kühlluftseitig dem Hochtemperaturrückkühler **2** des Hochtemperaturkreislaufs HTK vorgeschaltet, so daß die zum Kühlen der beiden Rückkühler **2** und **3** dienende Kühlluft nach dem Passieren des Niedertemperaturrückkühlers **3** den Hochtemperaturrückkühler **2** durchströmt.

Wie bereits eingangs erläutert wurde, besteht bei diesem in **Fig. 2** dargestellten Kühlsystem nach dem Stand der Technik ein Problem darin, daß es nicht gelingt, gleichzeitig die Wärme im Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** bei höherer Temperatur abzuführen und den Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** auf einem niedrigen Temperaturniveau zu halten, wenn gleichzeitig hohe Ansprüche an die Ladeluftkühlung im Niedertemperaturladeluftkühler **6** gestellt werden.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kühlsystems für eine aufgeladene Brennkraftmaschine ist in **Fig. 1** dargestellt.

Bezugszeichen **1** bezeichnet wiederum eine aufgeladene Brennkraftmaschine. Die aufgeladene Brennkraftmaschine liegt in einem Hochtemperaturkreislauf HTK, der in einem Hauptzweig einen Hochtemperaturrückkühler **2** enthält. Der Hochtemperaturrückkühler **2** dient in erster Linie dazu, die in der Brennkraftmaschine **1** anfallende Abwärme abzuführen. Weiterhin enthält der Hochtemperaturkreislauf HTK in einem Nebenzweig einen Niedertemperaturladeluftkühler **5**. Der Niedertemperaturladeluftkühler **5** ist dazu vorgesehen, die von einem wiederum in der Figur nicht eigens dargestellten Lader zum Betrieb der Brennkraftmaschine gelieferte Ladeluft in einer ersten Stufe abzukühlen. Weiterhin enthält der Hochtemperaturkreislauf HTK eine Kühlmittelpumpe **9** zur Förderung des in dem Hochtemperaturkreislauf HTK strömenden Kühlmittels.

Ein Niedertemperaturkreislauf NTK des Kühlsystems enthält einen (ersten) Niedertemperaturrückkühler **3** und einen dazu in Reihe geschalteten Niedertemperaturladeluftkühler **6**, der von der aus dem Niedertemperaturladeluftkühler **5** austretenden Ladeluft zu deren weiteren Abkühlung vor der Zuführung zur Brennkraftmaschine **1** durchströmt wird. Dem Niedertemperaturladeluftkühler **6** ist in Strömungsrichtung des Kühlmittels in einem Hauptzweig ein Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** nachgeschaltet, welchem wiederum in Strömungsrichtung des Kühlmittels eine Kühlmittelpumpe **10** zur Förderung des Kühlmittels im Niedertemperaturkreislauf NTK nachgeschaltet ist. Weiterhin enthält der Niedertemperaturkreislauf NTK einen Thermostat **12** zur Regelung der Kühlmitteltemperatur.

Weiterhin ist in dem Niedertemperaturkreislauf NTK ein Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** vorgesehen, welcher jedoch abweichend von dem in **Fig. 2** dargestellten Kühlsystem nach dem Stand der Technik in einem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK angeordnet ist, welcher einen zweiten Niedertemperaturrückkühler **4** enthält, mit dem das in diesem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK strömende Kühlmittel vor der Zuführung zum Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** weiter abgekühlt wird. Der den zweiten Niedertemperaturrückkühler **4** und den Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** enthaltende Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK

zweigt am Ausgang des ersten Niedertemperaturrückkühlers **3** vom Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK ab und vereinigt sich mit dem Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK stromabwärts des Niedertemperaturladeluftkühlers **6** bevor der Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK den Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** erreicht. Ein in dem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK vorgesehener Thermostat **13** dient zur Regelung der Temperatur in diesem.

Schließlich enthält das Kühlsystem einen Kühlmittelausgleichsbehälter **15**, welcher gleichermaßen mit dem Hochtemperaturkreislauf HTK und dem Niedertemperaturkreislauf NTK kommuniziert. Anschluß **16** dient zur Entlüftung.

Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist der im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK enthaltene zweite Niedertemperaturrückkühler **4** kühlluftseitig dem im Hauptzweig des Niedertemperaturrückkühlers **3** vorgeschaltet, wobei letzterer seinerseits dem im Hauptzweig des Hochtemperaturkreislaufs HTK enthaltenen Hochtemperaturrückkühler **2** vorgeschaltet ist, so daß die Kühler **4**, **3** und **2** in der genannten Reihenfolge der Reihe nach von der Kühl Luft durchströmt werden.

Vorzugsweise ist das Kühl system der Brennkraftmaschine so ausgelegt, daß bei Nennbedingungen ein den Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** primärseitig durchströmendes, zum Kühlen der Elektronikkomponenten dienendes Kühlöl eine Maximaltemperatur zwischen 90 und 110°C, vorzugsweise von ca. 100°C nicht überschreitet, wobei diese Temperatur auch im ungünstigen Fall nicht überschritten wird. Hierzu wird das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK strömende, dem Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** zuzuführende Kühlmittel in dem zweiten Niedertemperaturrückkühler **4** auf ca. 70 bis 80°C, vorzugsweise auf ca. 75°C gekühlt. Das den Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** primärseitig durchströmende Motor- bzw. Getriebeöl soll eine Maximaltemperatur von nicht mehr 120 bis 140°C, vorzugsweise von ca. 130°C nicht überschreiten. Die der Brennkraftmaschine **1** zuzuführende Ladeluft im Niedertemperaturladeluftkühler **6** soll auf zwischen 90 bis 110°C, vorzugsweise auf ca. 100°C gekühlt werden. All die genannten Temperaturen sollen auch im Extremfall nicht überschritten werden, d. h. bei Umgebungstemperaturen von 49°C + 2°C.

Das den Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** verlassende Kühlmittel soll vorzugsweise beim Zuströmen in den Niedertemperaturkreislauf NTK vorzugsweise etwa die gleiche Temperatur wie das den Niedertemperaturladeluftkühler **6** verlassende Kühlmittel oder eine geringere Temperatur als dieses haben. Beim dem beschriebenen Ausführungsbeispiel sind die Temperaturen des den Elektronikkomponentenwärmetauscher **8** verlassenden Kühlmittels und des den Niedertemperaturladeluftkühler **6** verlassenden Kühlmittels so gewählt, daß nach deren Vereinigung im Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs NTK das dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher **7** zuströmende Kühlmittel eine Temperatur von zwischen 80°C und 100°C, vorzugsweise von ca. 90°C aufweist, wobei auch diese Temperatur im ungünstigen Fall nicht überschritten wird.

Das erfundungsgemäße Kühl system für eine aufgeladene Brennkraftmaschine ist insbesondere von Vorteil bei Antrieben von gepanzerten Kettenfahrzeugen.

Bezugszeichenliste

- 1** Brennkraftmaschine
- 2** Hochtemperaturrückkühler
- 3** erster Niedertemperaturrückkühler

- 4** zweiter Niedertemperaturrückkühler
- 5** Hochtemperaturladeluftkühler
- 6** Niedertemperaturladeluftkühler
- 7** Motoröl/Getriebeölwärmetauscher
- 8** Elektronikkomponentenwärmetauscher
- 9** Hochtemperaturkühlmittelpumpe
- 10** Niedertemperaturkühlmittelpumpe
- 11** Thermostat
- 12** Thermostat
- 13** Thermostat
- 14**
- 15** Kühlmittelausgleichsbehälter
- 16** Anschluß zur Entlüftung

Patentansprüche

1. Kühl system für eine aufgeladene Brennkraftmaschine (**1**), mit einem Hochtemperaturkreislauf (HTK), der in einem Hauptzweig die Brennkraftmaschine (**1**) und einen Hochtemperaturrückkühler (**2**) sowie in einem Nebenzweig einen Hochtemperaturladeluftkühler (**5**) umfaßt, und mit einem Niedertemperaturkreislauf (NTK), der einen Niedertemperaturrückkühler (**3**) und einen dazu in Reihe geschalteten, von der aus dem Hochtemperaturladeluftkühler (**5**) austretenden Ladeluft zu deren weiteren Abkühlung durchströmten Niedertemperaturladeluftkühler (**6**) und einen Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (**7**) sowie einen Wärmetauscher (**8**) zum Kühlen von Elektronikkomponenten enthält, wobei der Elektronikkomponentenwärmetauscher (**8**) auf einem niedrigeren Temperaturniveau als der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (**7**) betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronikkomponentenwärmetauscher (**8**) in einem Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) angeordnet ist, der einen zweiten Niedertemperaturrückkühler (**4**) enthält, mit welchem das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) strömende Kühlmittel vor der Zuführung zum Elektronikkomponentenwärmetauscher (**8**) weiter abgekühlt wird.
2. Kühl system nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) benötigte Kühlmittel von dem den ersten Niedertemperaturrückkühler (**3**) verlassenden Kühlmittelstrom abgezweigt wird.
3. Kühl system nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) strömende Kühlmittel nach Verlassen des Elektronikkomponentenwärmetauschers (**8**) dem Niedertemperaturkreislauf (NTK) stromabwärts des Niedertemperaturladeluftkühlers (**6**) zuströmt.
4. Kühl system nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (**7**) im Niedertemperaturkreislauf (NTK) dem Niedertemperaturladeluftkühler (**6**) nachgeschaltet angeordnet ist.
5. Kühl system nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) strömende Kühlmittel nach Verlassen des Elektronikkomponentenwärmetauschers (**8**) dem Niedertemperaturkreislauf (NTK) zwischen dem Niedertemperaturladeluftkühler (**6**) und dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (**7**) zuströmt.
6. Kühl system nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) enthaltene zweite Niedertemperaturrückkühler (**4**) kühlluftseitig dem im

Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) enthaltenen ersten Niedertemperaturrückkübler (3) vorgeschaltet ist.

7. Kühlssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) enthaltene zweite Niedertemperaturrückkübler (4), der im Hauptzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) enthaltene erste Niedertemperaturrückkübler (3) und der im Hauptzweig des Hochtemperaturkreislaufs (HTK) enthaltene Hochtemperaturrückkübler (2) kühlluftseitig der Reihe nach hintereinander geschaltet sind. 5

8. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) primärseitig durchströmendes, zum Kühlen der Elektronikkomponenten dienendes Kühlöl eine Maximaltemperatur zwischen 90 und 110°C, vorzugsweise von ca. 100°C hat. 15

9. Kühlssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das im Nebenzweig des Niedertemperaturkreislaufs (NTK) strömende, dem Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) zuzuführende Kühlmittel in dem zweiten Niedertemperaturrückkübler (4) auf ca. 70 bis 80°C, vorzugsweise auf ca. 75°C gekühlt wird. 20

10. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (7) primärseitig durchströmende Motor- bzw. Getriebeöl eine Maximaltemperatur zwischen 120 bis 140°C, vorzugsweise von ca. 130°C hat. 25

11. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die der Brennkraftmaschine zuzuführende Ladeluft im Niedertemperaturladeluftkühler (6) auf zwischen 90 bis 110°C, vorzugsweise auf ca. 100°C gekühlt wird. 30

12. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das den Elektronikkomponentenwärmetauscher (8) verlassende Kühlmittel beim Zuströmen in den Niedertemperaturkreislauf (NTK) etwa die gleiche Temperatur wie das den Niedertemperaturladeluftkühler (6) verlassende Kühlmittel oder eine geringere Temperatur als dieses hat. 35

13. Kühlssystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Motoröl/Getriebeölwärmetauscher (7) zuströmende Kühlmittel im Niedertemperaturkreislauf eine Temperatur von zwischen 80°C und 100°C, vorzugsweise 45

14. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) zum Antrieb eines gepanzerten Kettenfahrzeugs vorgesehen ist. 40

50

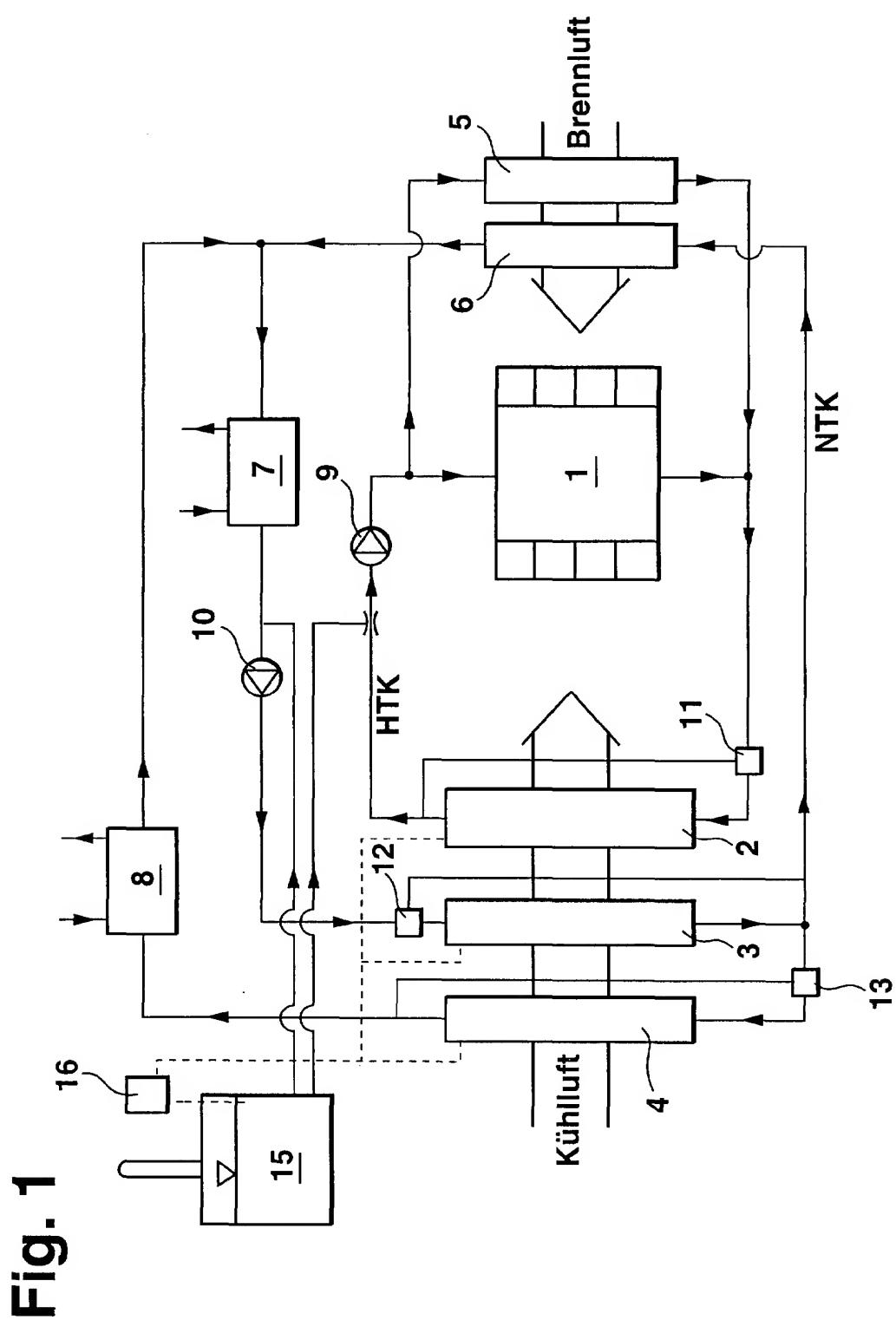
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -



Stand der Technik
16

